

ОДЕСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА ТА АРХІТЕКТУРИ

На правах рукопису

НЕСЕН Леонід Миколайович

*Несен Л.*

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ  
ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ  
МЕТАЛОНАСИЧЕНИХ ЦЕМЕНТНИХ  
КОМПОЗИЦІЙ

Спеціальність 05.23.05 - Будівельні матеріали  
та вироби

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т  
дисертації на здобуття вченого ступеня  
кандидата технічних наук

Одеса - 1994

Дисертація є рукопис.

Робота виконана у Вінницькому державному технічному університеті.

Науковий керівник – кандидат технічних наук, доцент  
Сердюк В.Р.

Наукові опоненти – доктор технічних наук, професор  
Вировий В.М. ;

кандидат технічних наук, старший науковий  
співробітник  
Макунов С.Є.

Навчальна організація – Дніпропетровське дочірнє арендне  
підприємство будівельного виробництва  
науково дослідного інституту  
будівельного виробництва /НДІБВ/

Захист відбудеться " 22 " листопада 1994 р.

о 11<sup>00</sup> годині на засіданні спеціалізованої ради Д 068.41.01  
в Одеській державній академії будівництва та архітектури за  
адресою : 270029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4 , ауд. 210  
/головний корпус/.

З дисертацією є можливість ознайомитись у бібліотеці  
академії за адресою : 270029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 4 ,  
ОДАБА .

Автореферат розісланий " 21 " жовтня 1994 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої ради,  
к.т.н., доцент  
ЛНБ ім. В. Стефани  
АН України

*Малахова*  
Н.О. Малахова



## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи. Розробка нових ресурсозберігаючих технологій виробництва цементних бетонів із спеціальними властивостями з використанням природної та техногенної сировини являється актуальною проблемою народного господарства.

Введення в склад бетону тонкодисперсного токопровідного наповнювача дозволяє отримувати матеріал із заданою електропровідністю, який одержав назву бетел /бетон електропровідний/. Позитивною особливістю такого матеріалу є суміщення електротехнічних та конструкційних властивостей при досить простій технології його виготовлення. Основні види бетелових виробів - це резистори, заземлювачі, нагрівальні елементи і конструкції.

Розроблені і широко вивчені електропровідні бетони, що містять вуглецеві компоненти мають відчутні недоліки, пов'язані із нестабільністю електрофізичних властивостей в часі, неможливістю одержання низькоомних виробів та ін. Ці недоліки пояснюються головним чином деякими негативними властивостями токопровідного компоненту, а саме : відсутність адгезії між вуглецевими продуктами і цементним каменем, вигоранням вуглецю при проходжанні через матеріал електричного струму, що є причиною постійного зростання електричного опору.

Як стверджують самі дослідники бетелу, при сучасному рівні технології виробництва резистивних, вмішуваних вуглець, елементів із композиційних матеріалів практично вичерпані конструктивно-технологічні можливості поліпшення техніко-економічних показників резисторів. Відчутних успіхів можливо досягти лише в результаті розробки принципово нових технологій і конструкцій.

У зв'язку з цим, запропонований новий токопровідний наповнювач - тонкодисперсний металевий порошок /сталь ІХ-ІВ/, який

являється відходом виробництва шарикопідшипників. Даний компонент практично ніде не використовується, навіть в якості металобрухту, через забруднення мастильно-охолоджувальними продуктами.

Стриманий бетел металонасичений /бетел-м/ характеризується кращими механічними та постійними електрофізичними властивостями. Наявність рівномірно розподіленого металу в об'ємі бетону дозволяє також використовувати його як захисний матеріал від електромагнітних випромінювань, у тому числі іоніуючих.

В Україні, відповідно до нової концепції житлового будівництва, державним сектором буде охоплено всього 40 % будованого житла, а при індивідуальному масовому житловому будівництві, для якого економічно незигідна традиційна система опалення, через невелику щільність забудови /до 700 м<sup>2</sup>/га/ виникає гостра потреба в електричних нагрівачах, що мають теплоакумулюючі властивості.

Запорукою використання нагрівальних елементів, що виготовляються із бетелу-м, може стати запропонована порівняно малоенергоємна технологія їх виготовлення у сукупності із розробленим прес-обладнанням.

Використання металевих порошоків, отриманих на основі шліфувальних шламів, як компонентів у цементних композиціях, поліпшує екологічну обстановку, ліквідує відвали і розширює спектр спеціальних фізичних властивостей цементних систем.

Дослідницька робота проводилась згідно з програмою ДНІТ "Ресурсозбереження" - 5.52.12, підпрограма 5.52.12/142 - "Металонасичені бетони з підвищеними захисними властивостями від іонізуючого випромінювання" 1993 - 1994 р.р. та господарськими договорами з підприємствами і Міністерством сільського господарства й охорони здоров'я України.

Мета роботи : дослідження електричних, механічних і спеці-

альних властивостей металонасичених електропровідних бетонів.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні дослідницькі і науково-технічні задачі :

- розробити технологію переробки шліфувальних шламів ;
- дослідити структуру металонасиченого цементного каменю і його властивості ;
- дослідити вплив добавок заліза на фазовий склад новоутворень цементного каменю ;
- розробити технологію виробництва електричних нагрівачів на основі бетелу-м ;
- дослідити захисні властивості бетелу-м від іонізуючих випромінювань .

Наукова новизна роботи полягає в наступному :

- встановлено, що хімічний склад сталі ШХ-15 і технологічні особливості утворення шламу при виробництві шарикопідшипників забезпечують необхідні для його використання в електропровідних бетонах тепло-, електрофізичні, механічні властивості ;
- структура бетелу-м представлена електропровідною цементно-шламовою матрицею, яка знаходиться в об'ємі між затверділими новоутвореннями цементного каменю ;
- визначені і оптимізовані основні технологічні параметри, що впливають на відтворність і стійкість електрофізичних властивостей бетелу-м ;
- фазовий склад новоутворень цементного каменю, насиченого дрібнодисперсним металом, включає низькоосновні гідроксидати, гідрогранати та інші залізовміщуючі новоутворення ;
- розроблені склади і технологія виготовлення металовміщуючих прес-виробів і шпакатурок для захисту від  $\gamma$ -випромінювань ;
- запропоновані матеріали по захисним властивостям займають

проміжне місце між бетоном будівельним і залізом ;

• - у результаті апробації виробів із металонасичених бетонів ніздохватної і варіотропної структури доведена можливість їх використання в якості радіопоглинаючих матеріалів ;

- розроблена технологія виробництва електричних нагрівачів із бетону-м.

Практична цінність роботи :

- розроблені способи переробки шліфувальних шламів ;  
- оптимізована технологія виготовлення нагрівальних елементів із металонасичених електропровідних бетонів, розроблені технічні умови /ТУ 37.537.001-92 "Блоки із електропровідного бетону"/ ;

- виготовлена опитна партія нагрівальних елементів із бетону-м, які використовуються для обігріву побутових приміщень НДІ кормів "Бохоницкое" /Вінницька область/ та приміщень індивідуальних господарств ;

- розроблені рекомендації Гіпрохімашу для проектування технологічної лінії виробництва нагрівальних елементів ;

- розроблені композиційні металцементні матеріали з підвищеними захисними властивостями від іонізуючих випромінювань.

Автор захищає :

- результати теоретичних і експериментальних досліджень властивостей дрібнодисперсного порошку сталі ШХ-15 - відходу шарико-підшипникового виробництва ;

- результати досліджень мікро-і макроструктури дрібнозернистих бетонів, насичених дисперсним шламом /сталь ШХ-15/ із відвалів та після переробки ;

- результати експериментальних досліджень електрофізичних, механічних і спеціальних властивостей металонасичених цементних

композицій ;

- оптимізована технологія виробництва нагрівачів із бетону з використанням гідравлічного прес-обладнання ;
- спосіб виготовлення оздоблювальних елементів і шпакатурок з особливо важкого дрібнозернистого бетону.

Апробація роботи. Основні положення і результати досліджень доповідались і обговорювались на міжнародних, регіональних і обласних семінарах і конференціях з опублікуванням тезів :

- на обласній науково-технічній конференції щодо науково-технічного прогресу в будівництві /Вінниця, 1992/ ;
- на республіканській науково-технічній конференції по соціально-економічним аспектам і ресурсозбереженню на автомобільному транспорті /Вінниця, 1992/ ;
- на міжнародних семінарах по комп'ютерному матеріалознавстві ; оптимізації грубогетерогенних композиційних матеріалів /Одеса, 1993/ ;
- на міждержавному семінарі по рецептурно-технологічним рішенням з використанням експериментально-статистичних моделей /Одеса, 1994/ .

Публікації. Основний зміст роботи і її результати опубліковані у 8 роботах.

Об'єм роботи. Дисертація складається із вступу, п'яти розділів, загальних висновків, бібліографічного списку, куди входить 127 літературних джерел, 5 долатків. Об'єм роботи : машинописного тексту - 113 сторінок, 24 таблиці і 49 малюнків.

### ЗМІСТ РОБОТИ

Оригінальна ідея поєднання електротехнічних та конструкційних функцій в одному матеріалі відображена в широкому переліку

літературних джерел авторами М.С. Добжинським, М.Н. Вершиніним, Л.С. Ерубльовським, Р.В. Манчуком, Л.Н. Репяхом, Б.С.К. Маєвським, Г.А. Дугачовим та ін. Ними були вивчені і проаналізовані всеможливі зв'язки : неорганічні і органічні діелектрики, рідке скло, полімерні синтетичні смоли, гідравлічні в'язучі речовини. З урахуванням електричного, конструктивного і економічного аспектів перевага віддана цементному каменю, оскільки цементний електропровідний бетон у процесі розсіювання електричної енергії зберігає всі конструктивні і техніко-економічні переваги, характерні бетону, як будівельному матеріалу і має підвищені теплоакумулюючі властивості.

Заслужують уваги, розроблені вченими КІВІ електропровідні в'язучі контактної твердіння, що відзначаються стабільністю електрофізичних властивостей та високим міцністю.

Токопровідна фаза бетону - це система багатьох контактів частинок рівномірно розподіленої дисперсної напівпровідникової речовини, яка і утворює електропровідну матрицю в об'ємі між застверділими новоутвореннями інших компонентів, що мають властивості чистих кристалів /кристалогідратів для бетону/. Струм протікає вздовж довільно орієнтованих в об'ємі ланцюжків, утворених із контактуючих між собою частинок провідника, в яких відбувається перетворення електричної енергії у двоуповне тепло.

На електрифізичні властивості композицій найбільше впливають три основні фактори : вид провідникового компоненту, його концентрація і умови контактування частинок. Останній названий фактор дозволяє отримувати електропровідні цементні матеріали з електричним опором, у залежності від технологічних глиномів, від  $\rho = 5 \text{ Ом.см}$  до  $\rho = 10^5 \text{ Ом.см}$ , у той же час він недостатньо регульований із-за впливу багатьох фізико-хімічних процесів, що від-

бувають при твердінні бетонної суміші.

Бетели пропонуються для широкого використання в електротехніці, будівництві та інших галузях в якості шумуючих резисторів, зеземлювачів, а також для боротьби із зарядами статичної електрики, для обігріву приміщень, нагріву елементів покрівлі, аеродромів та доріг.

Недоліки вуглецевих токопровідних компонентів стримують впровадження багатьох дослідницьких розробок, що на протязі 30-ти років проводились у СибНДІЕ, НДІЗБ та ін.

У результаті аналізу цих недоліків намітились шляхи отримання більш стабільного електропровідного цементного матеріалу - бетелу-м.

Запропонований металевий дрібнодисперсний провідник - техногенна сировина, відзначається високою термостійкістю, міцністю, наявністю адгезії до цементного каменю. Крайні теплофізичні властивості, а саме температуропровідність зменшують температурні деформації, що можуть мати місце при нагріванні бетелових виробів через неоднорідність їх структури.

Недоліки металевого наповнювача - схильність до корозії і висока водопотреба. Особливості виготовлення і хімічного складу сталі ШХ-15 /наявність легуючого елементу, термічна обробка і загартування в маслі/ та цементного каменю / $pH > 10$ / різко зменшують інтенсивність протікання корозії заліза. Слід мати на увазі, що для бетелових виробів обов'язково передбачаються захисні покриття поверхні з метою забезпечення електробезпеки, які також перешкоджають проникненню у товщу матеріалу основних факторів корозії: вологи і повітря.

Для зменшення негативного впливу великої кількості вільної та хімічно незв'язаної води на стабільність електрофізичних влас-

тивостей бетелу при його виготовленні доцільно використовувати жорсткі /напівсухі/ суміші ; формування виробів проводити пресуванням, у результаті якого виводиться вільна вода та зменшуються зазори між частинками провідника до необхідних для протікання електронів проміжків /  $\leq 30 \text{ \AA}$  /.

Загалом технологія виготовлення виробів із бетелу-м при щипово не відрізняється від виробництва конструкцій із звичайного бетону. Додатково вводиться лиш технологічна нитка переробки і дозування провідникового компоненту та пресування суміші. Для нагрівальних елементів виконуються операції по їх спеціальній доводці /електричне тренування, нанесення захисного покриття, установка токоходів та ін./ . При виготовленні виробів із бетелів різко зростають вимоги до культури виробництва і точності виконання окремих операцій.

Для виготовлення металонасиченого бетону цільної структури використовувався портландцемент Кам'янець-Подільського цементного заводу. Застосовані діелектричні заповнювачі - кварцеві піски, відрізнялись формою зерен, гранулометриєю, вмістом глинистих та мулистих домішок /  $\delta_g$  , % / : Дніпровський пісок /  $M_{кр} = 1,17$  ;  $\delta_g = 0,5$  / , Могилів-Подільського родовища /  $M_{кр} = 1,61$  ;  $\delta_g = 1,85$  / , Глухівський /побічний продукт мокрого способу виробництва каоліну ,  $M_{кр} = 3,3$  ;  $\delta_g = 0,2$  / . Крупний заповнювач у нагрівальних виробках використовувати недоцільно, що зумовлюється прагненням добитися високої однорідності електричних властивостей по всьому об'єму матеріалу.

Підвищення однорідності бетелу - одна із основних технологічних задач при його виготовленні. Неоднорідність структури нагрівальних елементів може бути причиною значних температурних деформацій. Для вирішення поставленої технологічної задачі необхідний

відповідний спосіб контролю. У даній роботі для контролю однорідності складу суміші використовувалась запропонована Соломатовим В.І. та Бредихіним В.В. оцінка розкиду по величині питомого електричного опору  $/ \rho /$ , що виконувалась чотирьохзондовим методом.

Захисні властивості щільних металонасичених бетонів від  $\gamma$ -випромінювання оцінювалась по лінійному  $/ \mu /$  і масовому  $/ \mu /$  коефіцієнтах ослаблення.

Для з'ясування радіологлинаючих металонасичених бетонів низьковольтної структури застосовувалась водна суспензія алюмінієвої пудри марки ПАК-3, яка підготовлювалась на 5 % розчині мила.

У роботі наведені результати дослідження мінерально-фазового складу новоутворень металоцементних композицій, що тверділи в різних умовах; описана технологія переробки шламу /сталь ШХ-Ів/ у залежності від умов і строку його зберігання та виявлений вплив технологічних особливостей виготовлення нагрівальних елементів із бетону на їх електрофізичні властивості. Оптимізація технології (критерії міцність  $/ R_{cm} /$  і питомий опір  $/ \rho /$ ) - логічно завершена розробкою ефективного устаткування для гідравлічного пресування.

Добавка дрібнодисперсного металевого порошку в невеликій кількості /концентрація  $\delta_{ш} < 0,3 /$  і малій його окисації /"свіжий" шлам/ в цементний камінь не робить значного впливу на його фазовий склад новоутворень. Таким чином запропонований шлам є інертним наповнювачем, протікання хімічних реакцій, що змінювали б  $\rho$  електрспровідних композицій при їх експлуатації маловірогідно. Проте, із зростанням вмісту металевого порошку, його оксиду  $/ Fe_2O_3 /$  відмічено утворення алімоферитових сполук, що характерні з'являються високим подовженням.

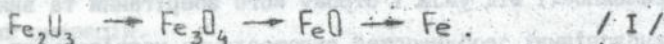
На основі вивчення мінерально-фазового складу новоутворень:

зроблені висновки по особливостям переробки відходу сталі ШХ-1з. Для використання у нагрівальних елементах "свіжий" шлам повинен бути очищений від продуктів мастильно-охолоджувальних рідин. Для очистки розроблено два способи :

1-й спосіб. Відпалювання шламу при температурі 250 - 550 °С без доступу кисню.

2-й спосіб. Відмивання шламу миючими композиціями типу КМ-19 або ТМОК-6П. Ефективніше застосовувати підігріті розчини до температури, приблизно, 50 °С .

У випадку необхідності, використання для нагрівачів відвального шламу, необхідне додаткове відновлення заліза із оксидів, що виконуються відпалюваннями при температурі 600 - 700 °С у середовищі ендогазу /водню чи окису вуглецю/ по схемі :



Відвальный шлам у невідновленому вигляді рекомендується використовувати для захисних та радіопоглинаючих бетонів.

Спосіб переробки металевго відходу позначається на його електрофізичних властивостях / табл. I /. Це пояснюється відмінністю фізико-хімічних процесів, що протікають на поверхні частинок металу при різних способах переробки.

Крива залежності питомого опору  $\rho$  як шламу, так і композицій від пресування /  $\sigma_{\text{п}}$  / у точці  $\sigma_{\text{п}} = 20 \text{ кг/см}^2$  ділиться на дві ділянки. На другій ділянці  $\sigma_{\text{п}} > 20 \text{ кг/см}^2$  крива  $\rho = f(\sigma_{\text{п}})$  має більш плавний характер. Таким чином величина тиску  $\sigma_{\text{п}} = 20 \text{ кг/см}^2$  найбільш раціональна при пресуванні з точки зору відтворення електрофізичних властивостей і економічності технології.

Експериментальними дослідженнями встановлено, що електрофізичними властивостями бетону-м можна регулювати через фракційний

склад і об'ємне співвідношення компонентів, величиною тиску пресування суміші при формуванні, умовами її твердіння.

Таблиця I

Залежність  $\rho$  дрібнодисперсного шламу сталі ШХ-15 від способу переробки і ущільнення, Ом.см

Вид шламу	Вільно насіпа- ний шлам	Спосіб ущільнення				
		вібро- ущіль- нення	Пресування, $b_p$	кг/см <sup>2</sup>		
		I	4	15	20	
Відмитий лучним розчином	$1,02 \times 10^6$	$19,6 \times 10^4$	596,34	78,14	5,1	3,9
Відпалений / $t = 500$ °C /	$9,67 \times 10^6$	$1,06 \times 10^5$	726,6	82,37	12,9	9,8

Діелектричний заповнювач має розмір частинок на порядок більший, ніж токопровідний наповнювач. Це сприяє утворенню більш правильних електропровідних ланцюжків по всьому об'єму матеріалу.

Із збільшенням фракції піску  $\rho$  композиції змінюється / рис. 1/.

Мабудь, навколо крупного заповнювача з меншою питомою поверхнею утворюється більш товста цементно-шламова токопровідна оболонка.

Для дослідження впливу основних факторів : концентрації шламу /  $\delta_{ш}$  / і тиску пресування /  $b_p$  / на міцність і електропровідність цементно-шламових композицій виконано планування експерименту, його реалізація і побудування математичних моделей  $R_{сж}$  і  $\rho$ .

Мета експерименту - пошук оптимального складу цементно-

шламової композиції, що забезпечує необхідні електрофізичні /  $\rho = 10^2 \div 10^3$  Ом.см / і механічні /  $R_{cm} > 7,5$  МПа / властивості при мінімальному, технологічно придатному, тиску пресування. Фактори : питомий тиск пресування  $X_1 = 20 + 40$  кг/см<sup>2</sup> ; кількість шламу  $X_2 = 90 + 120$  % до маси цементу.

Вплив фракції кварцевого піску на питомий електричний опір бетону-м /  $\delta_{ш_1} < \delta_{ш_2}$  /

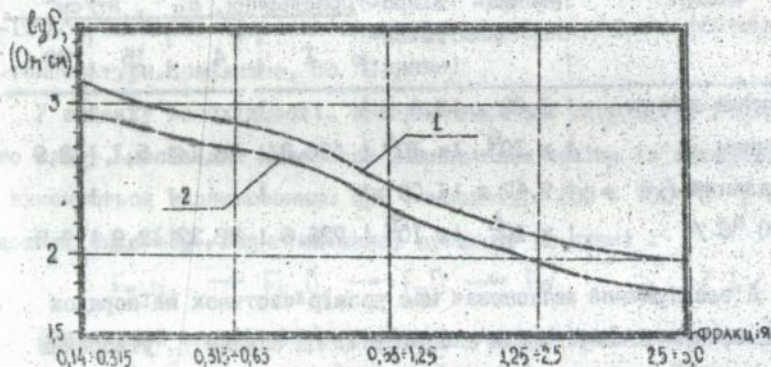


Рис. 1 .

Отримані моделі мають наступний вигляд :

$$Y_1 = R_{cm}(\text{кг/см}^2) = 86,0 + 9,9 x_1 - 16,0 x_2 - 5,4 x_1 \cdot x_2 + 3,0 x_1^2 + 4,1 x_1 x_2^2 + 3,5 x_1^2 \cdot x_2^2 \quad / 2 /$$

$$Y_2 = \rho_{ш}(\text{Ом}\cdot\text{см}) = 2,456 - 0,346 x_1 - 0,648 x_2 + 0,098 x_1 \cdot x_2 + 0,192 x_1^2 - 0,264 x_1 \cdot x_2^2 + 0,325 x_1^2 \cdot x_2^2 \quad / 3 /$$

Для аналізу результатів моделювання побудовані квадратні діаграми /рис. 2/

У результаті реалізації експерименту визначені оптимальні значення рецептурно-технологічних факторів :

$$X_1 = 20 \text{ кг/см}^2 ; \quad X_2 = 105 - 110 \% .$$

При цьому  $R_{cm}$  змінюється від 7,5 до 8,2 МПа , а  $\rho$  від

500 до 1000 Ом.см, що задовольняє вимогам до бетеду-м, який використовується для виготовлення нагрівальних плит.

Суміщення ізопериферій  $R_{сш}$  і  $\rho$   
у системі  $\{B_n, \delta_{ш}\}$

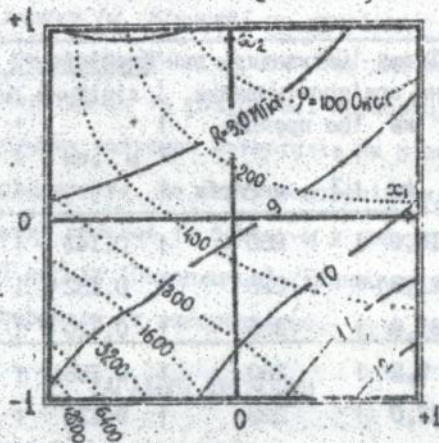


Рис. 2

При застосуванні пресування слід враховувати вис ту пресуемого елемента, оскільки внаслідок пружних властивостей суміші глибинні області ущільнені у меншій мірі. Таким чином, нагрівальна панель - оптимальний виріб подібного класу.

При проведенні комплексних досліджень оцінені захисні властивості металонасичених композицій. У табл. 2 наведені величини коефіцієнтів ослаблення бетелових зразків, що виготовлялися для вивчення електрофізичних і захисних властивостей.

Висока адгезія цементного каменю і металеного порошку дозволяє збільшити дою останнього до 70 %, що підвищує захисні властивості композиції.

Неявність сполук з великим вмістом води /альмоферити, гідрогранати/ і заліза у складі компонентів дозволяє використовувати [X



лог у тваринницьких фермах з метою зменшення падіжа молодняку промислових тварин та інтенсивнішого приросту їх ваги.

По результатах науково-дослідних робіт видані рекомендації для проектування цеху на виробничому об'єднанні Державного підшипникового заводу /м. Віниця/ по утилізації і переробці відходів /шламів/ підшипникового виробництва для застосування в електробетонних нагрівачах та розроблені пропозиції щодо застосування металовміщуючих захисних матеріалів на різноманітних об'єктах народного господарства, що мають рентгенізькі прилади. Апробація нагрівальних панелей із бетону у побутових приміщеннях господарства НДІ кормів "Бохоницьке" /Вінницька область/ підтвердила наведені переваги їх використання.

### ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. На основі цементних бетонів розроблені ефективні металовміщуючі матеріали, які можуть використовуватись для виробництва низькотемпературних нагрівачів і для захисту від електромагнітних випромінювань.

2. Запропонований металевий наповнювач - шлам сталі ШХ-15, цілком відповідає вимогам, що пред'являються до токопровідних наповнювачів по електропровідності, міцності, теплофізичним та іншим властивостям, але потребує переробки з метою виведення мастильно-охолоджувальних продуктів. Із двох розроблених способів переробки : відпалювання при температурі 250 - 550 °С без доступу кисню і відмивання теплими лужними розчинами, - більш ефективним являється другий спосіб.

3. Мінерально-фазовий склад цементного каменю, насиченого дрібнодисперсним шламом сталі ШХ-15, не включає новоутворень, що відрізняються від складу контрольних цементних зразків. При

насиченні металом /з вмістом  $Fe_2O_3$  / > 30 % відмічено утворення залізозмішуваних сполук.

4. Для отримання нагрівальних плит розміром 400 x 400 x 25 мм із цементно-шламових композицій з робочою температурою поверхні  $t \geq 60^\circ C$  кількість шламу повинна досягати 105 - 110 % від маси цементу, а величина тиску пресування достатня  $b_p = 2,0$  МПа.

5. Експериментальними дослідженнями встановлено, що електрофізичними властивостями бетелу-м можна регулювати, використовуючи шлам різних способів переробки, фракційним складом і об'ємним співвідношенням компонентів, величиною тиску пресування суміші при формуванні, умовами його твердіння.

6. Оптимальною технологією виготовлення електронагрівачів із бетелу-м визначено статичне пресування, яке забезпечує отримання матеріалу щільної структури і зменшення контактної опору між частинками шламу. Тиск /  $b_p = 2$  МПа / зменшує вплив на  $\rho$  матеріалу, інших важкорегульованих факторів, підвищує відтворення і стабільність властивостей бетелу-м. Розроблене гідравлічно прес-обладнання підвищує точність виконання операцій пресування і дозволяє працювати на мінімально допустимому тиску  $b_p = 2$  МПа.

7. Щільність захисних матеріалів із металонасичених цементних композицій досягає значень: для штукатурок -  $2,2$  г-см<sup>3</sup>; для прес-плиток -  $2,7$  г-см<sup>3</sup>. По захисним властивостям від  $\gamma$ -випромінювання металонасичені цементні композиції займають проміжне місце між бестоном будівельним і залізом. Із зменшення енергії випромінювання ефективність захисту із них підвищується більше, ніж можливо було сподіватися при даній щільності.

Основні висновки дисертації відображені в наступних роботах:

1. Меркин А.П., Сердюк В.Р., Несен Л.Н. Металлонасыщенные цементные бетоны в качестве радиопоглощающих материалов // Бетон и железобетон. - 1993. - № 2. - С. 11 - 13 .
2. Сердюк В.Р., Несен Л.Н. Цементные композиционные материалы с металлической матрицей // Строительные материалы и конструкции. - 1993. - № 1. - С. 5 - 6 .
3. Сердюк В.Р., Несен Л.Н. Полифункциональные свойства ячеистых бетонов // Строительные материалы и конструкции. - 1993. - № 2. - С. 36 - 37 .
4. Сердюк В.Р., Червяк Ю.Н., Староминская П.А., Несен Л.Н. Защитные свойства металлонасыщенных бетонов от ионизирующих излучений // Строительные материалы и конструкции. - 1994. № 1. - С. 18 - 19 .
5. Сердюк В.Р., Несен Л.М. Підвищення захисних властивостей бетонів від іонізуючого випромінювання // Вісник БПІ. - 1993. - № 1. - С. 28 - 30 .
6. Сердюк В.Р., Несен Л.Н. Радиопоглощающие металлонасыщенные цементные материалы. ВПИ. Винница, 1992. Деп. в УкрЦНТЭИ 21.07.92. № 1105 - Ук. 91 .
7. Сердюк В.Р., Несен Л.Н. Макро-и микроструктура электропроводного металлонасыщенного цементного камня // Анализ и оптимизация грубогетерогенных композиционных материалов : Тез. докл. Межд. сем. - Одесса, 1993. - С. 40 - 41 .
8. Меркин А.П., Сердюк В.Р., Несен Л.Н. Бетон электропроводный /Бетэл-м/ // Материалы для строительства : Тез. докл. II межд. конф. - Днепропетровск, 1993. - С. 115 - 116 .

Несен Л.Н. Разработка технологии изготовления и исследование свойств металлонасыщенных цементных композиций.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.23.05 - строительные материалы и изделия. Одесская государственная академия строительства и архитектуры, Одесса, 1994 г.

Защищаются результаты теоретических и экспериментальных исследований свойств металлонасыщенных цементных композиций: электрофизических, механических, защитных от  $\gamma$  - излучения. Установлено, улучшения эксплуатационных качеств известных электропроводных бетонов (бетэлов) можно добиться использованием нового токопроводящего наполнителя - мелкодисперсного шлама стали ШХ-15. Применение металлического наполнителя улучшает термическую стойкость, механическую прочность и стабильность электрофизических свойств бетэловых изделий, расширяет область использования бетэла, решает проблему утилизации шламовых отходов подшипникового производства. Полученные на основе мелкозернистых металлонасыщенных бетонов штукатурки, облицовочные элементы могут служить альтернативой известным барритовым штукатуркам для защиты в рентгенкабинетах. Нагревательные панели, изготовленные из бетэла металлонасыщенного (бетэла-м) применены для обогрева сельскохозяйственных помещений, приводятся данные о преимуществах их использования.

Ключеві слова : бетон електропровідний металонасичений, питомий опір, міцність, захисний матеріал від  $\gamma$  - випромінювання, щільність, коефіцієнт ослаблення.

NESEN L.N. The development of the production technique and the study of the metal-saturated cement compositions properties.

The thesis for the master's degree in technical sciences on the speciality 05.23.05 - building materials and products, Odessa State Academy of building and architecture, Odessa, 1994.

The results of the theoretical and experimental studies of the metal-saturated cement compositions properties that is electrophysical, mechanical and protecting from ionizing radiation. It is found that it is possible to achieve the improvement of the workability of the well-known electrically conductive concrete ("BETEL") by using the new electricity conductive aggregate - i.e. fine graded steel slime (ShH -15). The substitution of the conductive component increases thermal insulation, strength and stability of the electrophysical properties of the betel products, expands the field of their use, and makes it possible to utilize waste slimes of the ball bearing production. Plasters and other facing units obtained from fine-graded metal-saturated concrete may become an alternative to the known a-plasters for the protection of the X-rays studies. Heated panels made from this kind of concrete are used for heating of agricultural premises. Here in you will find the data about the advantages of their application.



(15) 11/55

AB 31.050

**AB 31.050**